

光学濾光素子および光学装置  
OPTICAL FILTER AND OPTICAL DEVICE

INCORPORATION BY REFERENCE

The disclosure of the following priority applicaion is herein incorporated by reference:

Japanese Patent Application No. 11-47744 filed February 25, 1999

BACKGROUND OF THE INVENTION

1. Field of the Invention

本発明は、固体撮像素子（ＣＣＤ等）などの前面に設ける光学濾光素子（板）およびこの光学濾光素子を組み込んだ光学装置に関する。

2. Description of the Related Art

デジタルカメラなどに使用されるＣＣＤは、ある空間周波数特性をもった２次元の光学像を時系列的にサンプリングすることにより、電気信号に変換する。この光学像の空間周波数が、ナイキスト周波数（サンプリングクロックの１／２の周波数）以下であれば、折り返しノイズ等が生じない。このため、ＣＣＤに入力される光学像の空間周波数をナイキスト周波数以下に制限する必要がある。また、ＣＣＤの特性より赤外光をカットする必要もある。従って、複屈折板（光学ローパスフィルタ）や赤外カット濾光板（赤外カットフィルタ）などを張り合わせた光学濾光板をＣＣＤの前面に使用する必要がある。

従来の光学濾光板の形状は、切り出し加工の都合で円形にできないことや、複屈折板の向きを規制するためなどの理由で、単純な直方体で形成されていた。例えば、２枚の複屈折板が、１／４λ板と赤外カット濾光板を挟んで構成された外

形は、各板とも同一形状で形成されていたので、直方体にならざるを得ない形状であった。

この直方体の光学濾光板を保持するには、光軸方向に保持部材のスペースが必要となり、限られたスペースの中に光学濾光板を配置するのが困難であるという問題が生じていた。例えば、光学レンズと固体撮像素子間や機械シャッタと固体撮像素子間に光学濾光板を配置する際、光軸方向の寸法が厳しく制限されるため、設計の自由度が大きく奪われていた。また、保持部材を使用せずに固体撮像素子の保護ガラスに光学濾光板を接着剤で貼り付ける方法も考えられるが、接着時のゴミや気泡の品質管理が困難であり、接着した後にゴミ等を発見した場合には改修が不可能であるという問題が生じる。特に、高密度画素の単価の高い固体撮像素子などを使用する場合は大きなコスト増になるという問題が生じる。

#### SUMMARY OF THE INVENTION

本発明の目的は、固体撮像素子などの前面において限られたスペースに効率よくかつ低コストに配置することを可能とする光学濾光素子およびその光学濾光素子を設けた光学装置を提供することにある。

上記目的を達成するために、本発明の、受光面に結像した被写体像を電気信号に変換する光電変換装置と被写体からの光束を前記光電変換装置に結像して該被写体像を形成する光学系との間の光路上に配置され、前記光束を濾光する光学濾光素子は、外周部の少なくとも一部に、段差を有する。

この光学濾光素子において、複数の濾光層が、通過する光束の光軸方向に重ねられるように形成され、少なくとも一つの濾光層の前記通過光束の光軸に垂直な面方向の大きさと、他の濾光層の前記光軸に垂直な面方向の大きさとを異ならせることにより前記段差を形成するのが好ましい。

上記の光学濾光素子において、前記段差は、該光学濾光素子を保持するために利用されるのが好ましい。

本発明の光学装置は、受光面に結像した被写体像を電気信号に変換する光電変換装置と、被写体からの光束を前記光電変換装置の受光面に結像して該被写体像

を形成する光学系と、前記光電変換装置と前記光学系との間の光路上に配置され、前記光束を濾光する光学濾光素子と、前記光学濾光素子を保持する保持部材とを備え、前記光学濾光素子は外周部の少なくとも一部に段差を有し、該段差を利用して前記保持部材により保持される。

この光学装置において、前記保持部材はバネ性を有し、前記光学濾光素子を前記光電変換装置側あるいは前記光学系側のいずれかの方向に押しつけるようにして保持するのが好ましい。

#### BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

図 1 は、本発明の光学濾光板（素子）を取り付けたデジタルスチルカメラの第 1 の実施の形態の構成を示す図である。

図 2 は、光学濾光板の形状を説明する図である。

図 3 は、光学濾光板の取り付けを説明する図である。

図 4 は、ホルダを右側面から見た図である。

図 5 A、5 B は、光学濾光板において段差を形成する場合の変形例を示す図である。

図 6 は、本発明の光学濾光板（素子）を取り付けたデジタルスチルカメラの第 2 の実施の形態の構成を示す図である。

図 7 は、第 2 の実施の形態における光学濾光板の取り付けを説明する図である。

図 8 は、本発明の光学濾光板（素子）を取り付けたデジタルスチルカメラの第 2 の実施の形態の構成を示す図である。

図 9 は、光学濾光板の動作原理を説明する図である。

#### DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENT (S)

##### －第 1 の実施形態－

図 1 は、本発明の光学濾光板（素子）を取り付けたデジタルスチルカメラの第 1 の実施の形態の構成を示す図である。撮影レンズ 10 は、不図示の被写体からの光束（光）を固体撮像素子 7 の受光面に、あるいはクイックリターンミラー 5

を介してピント板 4 に結像させるための光学系である。ファインダ光学系は、上面がフレネルコンデンサとなっているピント板 4 を含み、その上側に平凸レンズのコンデンサレンズ 3 を重ね、これをペンタプリズム 2 を通して接眼レンズ 1 で撮影者が観測するものである。また、ファインダ光学系は交換式であり、固体撮像素子 7 の位置とピント板 4 との位置は撮影レンズ 10 に関して共役である。撮影レンズ 10 は、レンズ側マウント 9 をカメラ側マウント 8 に係合させることにより取り付けられる。

シャッタ 6 は、フォーカルプレーンシャッタである。撮影者が不図示のレリーズボタンを押圧することにより撮影信号を不図示の CPU に送り、シャッタ 6 は作動する。固体撮像素子 7 は、例えば CCD（電荷結合素子）などで構成され、入力した光を光電変換して電氣的な画像信号を出力する。固体撮像素子 7 は、撮像レンズ 10 および光学濾光板 11 を通過した光を電気信号に変換する。固体撮像素子保護ガラス 14 は、固体撮像素子 7 の受光素子を保護するためにパッケージに封止された物である。固体撮像素子 7 は、ブラケット 15 に粘着剤や接着剤等に取り付けられている。光学濾光板 11 は、シャッタ 6 と固体撮像素子 7 の間に配置されるが、詳細については後述する。

次に図 2 を用いて、光学濾光板 11 の形状を説明する。図 2 の手前側が、図 1 における撮影レンズ 10 側である。光学濾光板 11 は、撮影レンズ 10 側から順番に矩形形状をした複屈折板（光学ローパスフィルタあるいは空間周波数濾光板とも言う）101、赤外カット濾光板 102、 $1/4\lambda$  板 103、複屈折板 104 が貼り合わされ構成されている。すなわち、光軸 105 方向に各層（板）が重ね合うように貼り合わされている。

複屈折板 101、104 は、通過する光束を常光線と異常光線とに分離するものであり、水晶や  $\text{LiNbO}_3$  により形成される。 $\text{LiNbO}_3$  により形成する場合は、光軸方向の厚さを水晶に比べ約  $1/3$  に抑えることができるため、本実施の形態では  $\text{LiNbO}_3$  を使用する。赤外カット濾光板 102 は、可視光のみを CCD などの固体撮像素子 7 に受光させるために、赤外光をカットするものであり、ガラス板に赤外線カット部材が蒸着あるいはコーティング処理されている。 $1/4\lambda$  板は、互いに垂直な方向に振動する直線偏光の間に  $1/4$  波長の光路差を生

じさせて円偏光にするものであり、水晶より形成される。光学濾光板 11 の全体の厚さは約 1.5 mm となる。

以下、光学濾光板 11 の動作原理について図 9 を用いて説明する。撮影レンズ 10 を透過した自然光の撮影光束 L は、1 枚目の複屈折板 101 に入射すると、光の強度比が 1 : 1 の常光 L10 と異常光 L20 となって 2 つの光路に分かれ 2 重像となる。常光 L10 と異常光 L20 は、赤外カット濾光板 102（図 9 では不図示）により赤外光の成分をカットされた後に 1/4 λ 板 103 に入射すると、相互に 90° 位相の異なる 2 つの円偏光 L10' と円偏光 L20' とに変換される。その後 2 枚目の複屈折板 104 に入射した円偏光 L10' と円偏光 L20' は、前者の円偏光 L10' がそれぞれ強度の等しい常光 L11 と異常光 L12 とに、また、同様に、後者の円偏光 L20' がそれぞれ強度の等しい常光 L21 と異常光 L22 とに分かれる。これにより、固体撮像素子 7 上には 4 重像が形成される。複屈折板 101、104 は、それぞれの複屈折による像のずれ方向が 90° ずれるように組み合わせられているので、固体撮像素子 7 上の 4 重像は、各点の強度が等しい正方形を構成する。すなわち、複屈折板 101、104 は、空間周波数の所定の周波数を通過させるいわゆる光学ローパスフィルタとしての機能を果たす。

なお、1/4 λ 板 103 は、このように 2 枚の複屈折板 101、104 間に配置する必要があり、また、赤外カット濾光板 102 は、空気に触れると白濁を起こすことから、表面が空気に触れないように他の基板ではさむようにするのが通例である。なお、赤外カット濾光板 102 は、ガラス基板の表面に赤外カット効果のある多層膜を蒸着することによって構成しているが、この他に、例えば、基板として LiNbO<sub>3</sub> を使用し、その表面に上述と同様の多層膜を設けるようにしてもよい。この場合、赤外カット濾光板 102 の厚さをさらに薄くすることができる。

図 2 に戻って説明を続ける。図 2 の 2 点鎖線 106 は撮像範囲を示す。複屈折板 101、104、赤外カット濾光板 102、1/4 λ 板 103 の鉛直方向の寸法はすべて同じであるが、水平方向の寸法が異なる。複屈折板 101 と赤外カット濾光板 102 の水平方向の寸法を同じにし、1/4 λ 板 103 と複屈折板 10

4の水平方向の寸法は同じにし、前者の組み合わせの寸法を後者の組み合わせの寸法より若干小さくして、段差107、108を形成している。通常、1/4λ板103より赤外カット濾光板102の方がコストが高く、強度も低いので、図2のような構成にすることにより、コストの削減と強度の確保が同時に達成できる。

図3は、上記光学濾光板11の取り付けを説明する図である。光学濾光板11と固体撮像素子7の受光面の鉛直方向（矢印A方向）の位置決めは、光学濾光板11の段差107、108に、4角形状の開口を有するアダプタ12をはめ込むことにより行う。アダプタ12の開口は、複屈折板101と赤外カット濾光板102の寸法に合わせて空けられ、特に鉛直方向の隙間は取り付け時の遊び等を考慮した上で隙間が最小になるように形成される。固体撮像素子7を取り付けるブラケット15には、壁16があり、アダプタ12はこの壁16により位置が規制されるので、光学濾光板11の鉛直方向の位置もこれにより規制されることになる。

水平方向（矢印B方向）の位置決めは、アダプタ12を付けた光学濾光板11の段差にホルダ13の4角形状の開口の内側をはめ込むことにより行う。ホルダ13の開口は、複屈折板101と赤外カット濾光板102の寸法に合わせて空けられ、特に水平方向の隙間は取り付け時の遊び等を考慮した上で隙間が最小になるように形成される。そうすることで、光学濾光板11とホルダ13の水平方向のものがたつきが抑えられる。ブラケット15は位置ピン18、19を有し、ホルダ13に空けられた穴20、21に位置ピン18、19をはめ込むことで、ホルダ13の位置が規制される。特に水平方向の位置が精度よく決められる。

図4は、図3におけるホルダ13を右側面から見た図である。ホルダ13は、弾性のある板金より形成され図4のように少し波形形状をしている。ホルダ13は、その4隅でねじ22によりブラケット15に固定される。このとき、ホルダ13のこの波形形状によるバネ力により、ホルダ13は光学濾光板11を固体撮像素子7側に押しつけ、固定する。

このように、ホルダ13は波形形状をしバネ性を有しているため、ねじ22により締め付ける際、寸法が鉛直方向に若干延びる。このため、穴21は長穴構造

となっている。また、これによりホルダ 1 3 では光学濾光板 1 1 の鉛直方向の位置決め精度が出ないため、本実施の形態では前述したようにアダプタ 1 2 により鉛直方向の位置決めを行っている。

本実施の形態では、アダプタ 1 2 の板厚とホルダ 1 3 の板厚（バネ性のたわみも考慮した寸法）の合計を段差 1 0 7、1 0 8 の光軸方向の寸法より小さく設定しているため、ホルダ 1 3 を取り付けした状態で、ホルダ 1 3 の面が光学濾光板 1 1 の撮影レンズ 1 0 側の面より高くない。これにより、光学濾光板 1 1 の取り付け用保持部材のための光軸方向のスペースが必要なくなり、限られたスペースに光学濾光板 1 1 の取り付けを容易に行うことができる。

光学濾光板 1 1 は、上記の通りホルダ 1 3 のネジ留めにより最終的に固体撮像素子 7 に固定しているので、組立完了後の撮影確認時に固体撮像素子保護ガラス 1 4 と光学濾光板 1 1 間にゴミが付着していることを発見した場合には、ねじ 2 2 を外すことで分解清掃が可能である。接着剤で光学濾光板 1 1 と固体撮像素子 7 とを貼り付けた場合には、ゴミが付着していたり気泡が生じていることを発見したりしても改修が不可能であったが、本発明の光学濾光板 1 1 と固体撮像素子 7 ではその改修が可能となりコストダウンにつながる。

光学濾光板 1 1 と固体撮像素子保護ガラス 1 4 との間には、傷防止シート 1 7 が設けられている。この傷防止シート 1 7 は、ガラス材同士がすれて傷つかないようにしたり、ニュートンリングの発生を防止したりすることを目的とするものであり、固体撮像素子 7 に入射する光束を阻害しないよう、光束が入射する範囲すなわち撮像範囲 1 0 6 を切り抜いた矩形形状の開口を有する。傷防止シート 1 7 は、ポリエチレンテレフタレートなどのシートであり、表面はサンドブラスト処理により艶消し処理が施され、黒色である。

以上のようにして、第 1 の実施の形態では、複屈折板 1 0 1 と赤外カット濾光板 1 0 2 の通過する光束の光軸に垂直な面（撮像面と平行）における水平方向の大きさを、1 / 4 入板 1 0 3 と複屈折板 1 0 4 の同様な水平方向の大きさより少し小さくすることにより段差 1 0 7、1 0 8 を設けるようにしている。そして、この段差 1 0 7、1 0 8 にホルダ 1 3 をはめ込み、光軸に垂直な段差面にホルダ 1 3 のバネ力を付加し、光学濾光板 1 1 を固体撮像素子 7 側に押しつけるように

して保持する。これにより、ホルダ 13 の面は光学濾光板 11 の撮影レンズ 10 側の面より高くならず、限られたスペースに光学濾光板 11 の取り付けを容易に行うことができる。このように光学濾光板 11 が取り付けられた固体撮像素子 7 では、偽色信号やモアレを防止でき良好な画像を得ることができる。

なお、アダプタ 12 の板厚とホルダ 13 の板厚（バネ性のたわみも考慮した寸法）の合計寸法は、必ずしも段差 107、108 の光軸方向の寸法より小さくする必要はない。小さくない場合でも、ホルダ 13 の面が段差の寸法に応じて下げられ、それに応じてスペースが確保でき本発明の目的は達成できる。

#### －光学濾光板の変形例－

図 5 A、5 B は、光学濾光板 11 において段差を形成する場合の変形例を示す図である。図 5 A は、複屈折板 101 と赤外カット濾光板 102 の水平方向および鉛直方向の寸法を同じにし、 $1/4\lambda$  板 103 と複屈折板 104 の水平方向と鉛直方向の寸法も同じにする。そして、前者の組み合わせの水平方向および鉛直方向の寸法を後者の組み合わせのそれぞれの寸法より若干小さくして、光学濾光板 11 の外周部全体に段差 109 を形成している。

図 5 B は、複屈折板 101、赤外カット濾光板 102、 $1/4\lambda$  板 103、複屈折板 104 のすべてを同じ寸法の矩形形状に構成する。そして、複屈折板 101 と赤外カット濾光板 102 の 4 隅を切り落とし段差 110 を 4 隅に形成している。ホルダやアダプタの開口は、図 5 における複屈折板 101、および赤外カット濾光板 102 の形状に合わせて空けられる。

以上のように、光学濾光板 11 において層の大きさを異ならせることにより段差を形成しているが、図 2 および図 5 の内容に限定する必要はない。その他にも各種の層のあらゆる組み合わせが考えられるが、すべて本発明の範囲に含まれる。

#### －第 2 の実施の形態－

図 6 は、本発明の光学濾光板（素子）を取り付けたデジタルスチルカメラの第 2 の実施の形態の構成を示す図である。第 1 の実施の形態と異なるところは、アダプタ 12 がいないところである。その他の構成は第 1 の実施の形態と同じであるのでその説明を省略し、このアダプタ 12 がいないことについてのみ以下説明する。

図 7 は、第 1 の実施の形態の図 3 に対応する図であり、光学濾光板 11 の取り



付けを説明する図である。光学濾光板 1 1 は図 2 に示すものである。図 6 および図 7 に示す通り、第 2 の実施の形態ではアダプタ 1 2 がなく、またアダプタ 1 2 の位置を規制する壁 1 6 が設けられていない。

すなわち、光学濾光板 1 1 はホルダ 1 3 の開口部によってのみ位置決めがなされるが、特に鉛直方向の位置決めにおいてそれほど精度が必要ない場合には本実施の形態の内容が適用可能である。また、光学濾光板 1 1 はホルダ 1 3 のバネ力で固体撮像素子 7 側に押しつけられるのでがたつくこともない。さらには、ホルダ 1 3 と光学濾光板 1 1 の段差面とが接触する部分を接着剤で固定するようにすれば、光学濾光板 1 1 のがたつきはより一層防止できる。

#### －第 3 の実施の形態－

図 8 は、本発明の光学濾光板（素子）を取り付けたデジタルスチルカメラの第 3 の実施の形態の構成を示す図である。第 1 の実施の形態では、光学濾光板 1 1 をシャッタ 6 と固体撮像素子 7 間に配置する例を示したが、第 3 の実施の形態では、シャッタ 6 とクイックリターンミラー 5 の間に設ける実施の形態である。その他の構成は、第 1 の実施の形態と同一であるのでそれらの説明を省略し、この異なる部分について以下説明する。

光学濾光板 1 1 の構成は図 2 の通りである。光学濾光板 1 1 の固定は、段差のうち光軸に垂直な面とホルダ 3 1 と接する面を接着剤で接着して行う。ホルダ 3 1 は、カメラ本体のフレーム 3 2 に固定され、複屈折板 1 0 1 および赤外カット濾光板 1 0 2 の大きさに合わせた開口を有する。開口寸法は第 1 の実施の形態のホルダ 1 3 と同様であるが、ホルダ 1 3 のバネ性による変形がないため、鉛直方向の寸法は光学濾光板 1 1 との隙間をより小さく設定することが可能である。

このように、光学濾光板 1 1 の段差面とホルダ 3 1 とを面で接着するようにしているので、強固な固定が可能となる。しかも光軸方向にホルダ 3 1 の板厚分のスペースを確保する必要がないため、シャッタ 6 とクイックリターンミラー 5 の間のような狭い場所に光学濾光板 1 1 を配置することが可能となる。光学濾光板 1 1 をこのような場所に配置すると、クイックリターンミラー 5 をアップすることにより光学濾光板 1 1 の掃除を容易に行える構成にすることが可能となる。

上記第 1 ～第 3 の実施の形態では、固体撮像素子 7 として CCD の例を示した

が、この内容に限定される必要はない。本発明は、限られたスペースしかなくかつ前面に光学濾光板を設ける必要があるような撮像素子すべてに適用が可能である。

上記第１～第３の実施の形態では、光学濾光板１１の層の構成や組み合わせ順序について、図２に示すものを例示したが、この構成や組み合わせ順序に限定する必要はない。その他の機能を有する層を追加したり、図２に示す層の一部を削除したりしてもよい。削除するとは、例えば、赤外カット濾光板１０２を削除し３枚構成にするなどである。また、層の並び順序も任意に変更してもよい。すなわち、あらゆる濾光層の組み合わせで構成される光学濾光板に本発明は適用できる。

また、本願でいう「濾光」とは、上記の実施の形態にも示した、赤外線のカットしながら光を通過させること、空間周波数の所定の周波数を通過させること、互いに異なる方向に振動する直線偏光の位相をずらすために偏光を通過させることなどを含む概念である。さらに、紫外線のカットしながら光を通過させることや、可視光の所定の波長の光のみ通過させることや、自然光を直線偏光や円偏光などに偏光するために通過させることなども含む概念である。すなわち、本願で言う「濾光」とは光束の特性等を変えながらその光束を通過させることを言う。従って、固体撮像素子の前面に置かれ、このような機能を有するすべての素子に本発明は適用される。

上記第１～第３の実施の形態では、一眼レフカメラの例で説明をしたが、この内容に限定する必要はない。レンズ交換式でないカメラにおいても本発明は適用できる。また、機械シャッター６が設けられている場合で説明をしたが、電子シャッターのみしかない場合でも本発明は適用できる。さらには、上記実施の形態ではスチルカメラの例で説明をしたが、動画を扱うビデオカメラにおいても適用できる。すなわち、固体撮像素子を使用し、その前面に光学濾光板を設ける必要があるすべての態様に本発明は適用できる。

上記第１の実施の形態では、光学濾光板１１を固体撮像素子７に押しつけ固定する例を示したが、光学濾光板１１の位置や押しつける方向についてこの内容に限定する必要はない。例えば、図１のカメラマウント８近辺に光学濾光板１１を設けるようにし、カメラマウント側に押しつけ固定するような構成にしてもよい。

また、第 3 の実施の形態のような位置において、接着剤を使用せず、他の補助ホルダを光学濾光板 11 の段差にはめ込みホルダ 31 に押しつけ固定するような構成にしてもよい。

上記第 1 の実施の形態では、固体撮像素子 7 側の面とは反対側の面、すなわちホルダ 13 により押しつけ力を付加する側に段差を設ける例を説明したが、固体撮像素子側 7 にも段差を設けるようにしてもよい。例えば、固体撮像素子自体にフレームがあったり、固体撮像素子の取り付けブラケットにフレーム等が設けられていたりして、固体撮像素子の受光面がフレームのトップ面より少し下がっている場合には、光学濾光板の固体撮像素子側に段差を設け、この段差にフレームトップ面を係合させ、光学濾光板の固体撮像素子側の面を固体撮像素子の受光面ぎりぎりまで下げることが可能となる。このようにすることによっても、限られたスペースに光学濾光板の配置が可能となる。

09E01600-021000

What is claimed is:

1. 受光面に結像した被写体像を電気信号に変換する光電変換装置と被写体からの光束を前記光電変換装置に結像して該被写体像を形成する光学系との間の光路上に配置され、前記光束を濾光する光学濾光素子は、

外周部の少なくとも一部に、段差を有する。

2. クレーム 1 記載の光学濾光素子において、

複数の濾光層が、通過する光束の光軸方向に重ねられるように形成され、少なくとも一つの濾光層の前記通過光束の光軸に垂直な面方向の大きさと、他の濾光層の前記光軸に垂直な面方向の大きさとを異ならせることにより前記段差を形成する。

3. クレーム 1 記載の光学濾光素子において、

前記段差は、該光学濾光素子を保持するために利用される。

4. クレーム 2 記載の光学濾光素子において、

前記段差は、該光学濾光素子を保持するために利用される。

5. 光学装置は、

受光面に結像した被写体像を電気信号に変換する光電変換装置と、

被写体からの光束を前記光電変換装置の受光面に結像して該被写体像を形成する光学系と、

前記光電変換装置と前記光学系との間の光路上に配置され、前記光束を濾光する光学濾光素子と、

前記光学濾光素子を保持する保持部材とを備え、

前記光学濾光素子は外周部の少なくとも一部に段差を有し、該段差を利用して前記保持部材により保持される。

6. クレーム 5 に記載の光学装置において、

前記保持部材はバネ性を有し、前記光学濾光素子を前記光電変換装置側あるいは前記光学系側のいずれかの方向に押しつけるようにして保持する。

00001600-021000

# ABSTRACT OF THE DISCLOSURE

受光面に結像した被写体像を電気信号に変換する光電変換装置と被写体からの光束を前記光電変換装置に結像して該被写体像を形成する光学系との間の光路上に配置され、光束を濾光する光学濾光素子は、外周部の少なくとも一部に、段差を有する。

000120"00910560